

# **PRARENCANA PABRIK**

## **PRARENCANA PABRIK ETIL ASETAT DARI PROSES DEHIDROGENASI ETANOL KAPASITAS 30.000 TON/TAHUN**



Diajukan Oleh :

Reagen Pitoyo	5203016005
Felisia Cahyani Pangestu	5203016006

**JURUSAN TEKNIK KIMIA  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS KATOLIK WIDYA MANDALA  
SURABAYA  
2020**

## LEMBAR PENGESAHAN

Seminar PRARENCANA PABRIK bagi mahasiswa tersebut di bawah ini:

**Nama : Reagen Pitoyo**

**NRP : 5203016005**

telah diselenggarakan pada tanggal 10 Juli 2020, karenanya yang bersangkutan dapat dinyatakan telah memenuhi sebagian persyaratan kurikulum guna memperoleh gelar **Sarjana Teknik Jurusan Teknik Kimia.**

Surabaya, 10 Juli 2020

**Disetujui oleh**

**Pembimbing I**



Sandy B. Hartono, Ph.D.  
NIK. 521.99.0401

**Pembimbing II**



Dr. Ir. Suratno Lourentius, MS  
NIK. 521.87.0127

**Penguji I**



Yohanes Sudaryanto, M.T.  
NIK. 521.89.0151

**Penguji II**



Shella P. Santoso, Ph.D.  
NIK. 521.17.0971

**Penguji III**



Maria Yuliana, Ph.D.  
NIK. 521.18.1010

**Mengetahui**

**Dekan Fakultas Teknik**



Prof. Suryadi Ismadji, IPM.  
NIK. 521.93.0198

**Ketua Jurusan Teknik Kimia**



Sandy B. Hartono, Ph.D., IPM.  
NIK. 521.99.0401

## LEMBAR PENGESAHAN

Seminar PRARENCANA PABRIK bagi mahasiswa tersebut di bawah ini:

**Nama : Felisia Cahyani Pangestu**

**NRP : 5203016006**

telah diselenggarakan pada tanggal 10 Juli 2020, karenanya yang bersangkutan dapat dinyatakan telah memenuhi sebagian persyaratan kurikulum guna memperoleh gelar **Sarjana Teknik Jurusan Teknik Kimia.**

Surabaya, 10 Juli 2020

**Disetujui oleh**

**Pembimbing I**



Sandy B. Hartono, Ph.D.  
NIK. 521.99.0401

**Pembimbing II**



Dr. Ir. Suratno Lourentius, MS  
NIK. 521.87.0127

**Penguji I**



Yohanes Sudaryanto, M.T.  
NIK. 521.89.0151

**Penguji II**



Shella P. Santoso, Ph.D.  
NIK. 521.17.0971

**Penguji III**



Maria Yuliana, Ph.D.  
NIK. 521.18.1010

**Mengetahui**

**Dekan Fakultas Teknik**



Prof. Suryadi Ismadji, IPM.  
NIK. 521.93.0198

**Ketua Jurusan Teknik Kimia**



Sandy B. Hartono, Ph.D., IPM.  
NIK. 521.99.0401

## LEMBAR PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa laporan prarencana pabrik ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri dan bukan merupakan hasil karya orang lain, baik sebagian maupun seluruhnya, kecuali dinyatakan dalam teks. Seandainya diketahui bahwa laporan prarencana pabrik ini ternyata merupakan hasil karya orang lain, maka saya sadar dan menerima konsekuensi bahwa laporan prarencana pabrik ini tidak dapat saya gunakan sebagai syarat untuk memperoleh gelar **Sarjana Teknik**.

Surabaya, 10 Juli 2020

Mahasiswa yang bersangkutan,



Reagen Pitoyo

5203016005

## LEMBAR PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa laporan prarencana pabrik ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri dan bukan merupakan hasil karya orang lain, baik sebagian maupun seluruhnya, kecuali dinyatakan dalam teks. Seandainya diketahui bahwa laporan prarencana pabrik ini ternyata merupakan hasil karya orang lain, maka saya sadar dan menerima konsekuensi bahwa laporan prarencana pabrik ini tidak dapat saya gunakan sebagai syarat untuk memperoleh gelar **Sarjana Teknik**.

Surabaya, 10 Juli 2020

Mahasiswa yang bersangkutan,



Felisia Cahyani Pangestu

5203016006

## **LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI PRARENCANA PABRIK**

Dengan perkembangan ilmu pengetahuan, saya sebagai mahasiswa Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya:

Nama : Reagen Pitoyo

NRP : 5203016005

Menyetujui laporan prarencana pabrik kami dengan judul:

Prarencana Pabrik Etil Asetat Dari Proses Dehidrogenasi Etanol Kapasitas 30.000 Ton/Tahun

Untuk dipublikasikan/ditampilkan di internet atau media lain (Digital Library Perpustakaan Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya) untuk kepentingan akademik sebatas sesuai dengan Undang-Undang Hak Cipta.

Demikian pernyataan persetujuan publikasi prarencana pabrik ini kami buat dengan sebenarnya.

Surabaya, 20 Juli 2020

Yang menyatakan,



Reagen Pitoyo

5203016005

# **LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN**

## **PUBLIKASI PRARENCANA PABRIK**

Dengan perkembangan ilmu pengetahuan, saya sebagai mahasiswa Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya:

Nama : Felisia Cahyani Pangestu

NRP : 5203016006

Menyetujui laporan prarencana pabrik kami dengan judul:

Prarencana Pabrik Etil Asetat Dari Proses Dehidrogenasi Etanol Kapasitas 30.000 Ton/Tahun

Untuk dipublikasikan/ditampilkan di internet atau media lain (Digital Library Perpustakaan Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya) untuk kepentingan akademik sebatas sesuai dengan Undang-Undang Hak Cipta.

Demikian pernyataan persetujuan publikasi prarencana pabrik ini kami buat dengan sebenarnya.

Surabaya, 20 Juli 2020

Yang menyatakan,



Felisia Cahyani Pangestu

5203016006

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Tuhan yang Maha Esa karena atas rahmat dan karunia-Nya, penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir Prarencana Pabrik yang berjudul “Prarencana Pabrik Etil Asetat dari Proses Dehidrogenasi Etanol Kapasitas 30000 ton/tahun” dengan baik. Tugas Akhir ini merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik di Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universita Katolik Widya Mandala Surabaya.

Selama pembuatan laporan Tugas Akhir ini, tentunya tak lepas dari pihak-pihak yang turut memberikan kontribusi demi terselesaikannya laporan ini. Oleh karena itu, penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada :

1. Sandy Budi Hartono, Ph.D., IPM. selaku Dosen Pembimbing I yang telah memberikan banyak masukan dan meluangkan waktunya untuk memberikan bimbingan dan pengarahan.
2. Dr. Ir. Suratno Lourentius, MS., selaku Dosen Pembimbing II yang telah memberikan banyak masukan dan meluangkan waktunya untuk memberikan bimbingan dan pengarahan.
3. Ir. Yohanes Sudaryanto, MT., Maria Yuliana, S.T., Ph.D serta Shella P. Santoso, Ph.D selaku dosen penguji yang telah memberikan saran, kritikan, dan arahan yang konstruktif.
4. Prof. Suryadi Ismadji, IPM. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya.
5. Sandy Budi Hartono, Ph.D., IPM. selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya.
6. Seluruh dosen dan staf Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya, yang secara tidak langsung telah banyak membantu penulis dalam penyelesaian Tugas Akhir Prarencana Pabrik ini.
7. Orang tua penulis yang telah memberikan dukungan secara materi maupun non-materi sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir Prarencana Pabrik ini.



8. Teman-teman terkasih yang telah memberikan dukungan dan semangat dalam penyelesaian Tugas Akhir Prarencana Pabrik ini. serta pihak-pihak lain yang tidak dapat disebutkan satu persatu

Akhir kata, penulis berharap semoga Tugas Akhir Prarencana Pabrik ini dapat berkontribusi untuk kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi, serta bagi para pembaca.

Surabaya, 10 Juli 2020

Penulis

# DAFTAR ISI

JUDUL.....	i
LEMBAR PENGESAHAN .....	ii
LEMBAR PERNYATAAN.....	iv
LEMBAR PERSETUJUAN PUBLIKASI .....	vi
KATA PENGANTAR .....	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR TABEL.....	xiii
INTISARI .....	xviii
BAB I. PENDAHULUAN.....	I-1
I.1. Latar Belakang.....	I-1
I.2. Sifat-Sifat Bahan Baku dan Produk.....	I-2
I.3. Kegunaan dan Keunggulan Produk .....	I-8
I.4. Ketersediaan Bahan Baku dan Analisis Pasar .....	I-8
BAB II. PEMILIHAN DAN URAIAN PROSES .....	II-1
II.1. Proses Pembuatan Produk .....	II-1
II.2. Pemilihan Proses .....	II-5
II.3. Uraian Proses .....	II-6
BAB III. NERACA MASSA .....	III-1
BAB IV. NERACA PANAS .....	IV-1
BAB V. SPESIFIKASI ALAT .....	V-1
BAB VI. LOKASI, TATA LETAK PABRIK & ALAT, INSTRUMENTASI, DAN SAFETY .....	VI-1
VI.1. Lokasi Pabrik .....	VI-1
VI.2. Tata Letak Pabrik dan Alat .....	VI-2
VI.3. Instrumentasi .....	VI-7
VI.4. Pertimbangan Keselamatan dan Lingkungan .....	VI-9
BAB VII. UTILITAS DAN PENGOLAHAN LIMBAH .....	VII-1
VII.1. Unit Penyediaan dan Pengolahan Air.....	VII-1
VII.2. Unit Pengolahan Limbah.....	VII-50
BAB VIII. DESAIN PRODUK DAN KEMASAN .....	VIII-1
VIII.1. Desain Logo .....	VIII-1
VIII.2. Spesifikasi Produk .....	VIII-2
VIII.3. Desain Kemasan .....	VIII-2
BAB IX. STRATEGI PEMASARAN .....	IX-1
BAB X. STRUKTUR ORGANISASI .....	X-1
X.1. Struktur Umum .....	X-1
X.2. Bentuk Perusahaan .....	X-1
X.3. Struktur Organisasi .....	X-2
X.4. Pembagian Tugas dan Wewenang .....	X-5
X.5. Jadwal Kerja .....	X-12
X.6. Kesejahteraan Karyawan .....	X-13
BAB XI. ANALISA EKONOMI .....	XI-1
XI.1. Penafsiran <i>Total Capital Investment</i> (TCI) .....	XI-2
XI.2. Penafsiran <i>Total Production Cost</i> (TPC).....	XI-3

XI.3. Analisa Ekonomi dengan Metode <i>Discounted Cash Flow</i> .....	XI-3
XI.4. Perhitungan <i>Rate of Return Investment</i> (ROR) .....	XI-8
XI.5. Perhitungan <i>Rate of Equity Investment</i> (ROE) .....	XI-9
XI.6. Waktu Pengembalian Modal (POT) .....	XI-11
XI.7. Penentuan Titik Impas / <i>Break Even Point</i> (BEP).....	XI-12
XI.8. Analisa Sensitivitas.....	XI-13
BAB XII. DISKUSI DAN KESIMPULAN .....	XII-1
XII.1. Diskusi.....	XII-1
XII.2. Kesimpulan.....	XII-2
DAFTAR PUSTAKA .....	DP-1
LAMPIRAN A.....	A-1
LAMPIRAN B .....	B-1
LAMPIRAN C .....	C-1
LAMPIRAN D.....	D-1

## DAFTAR GAMBAR

Gambar I.1 Struktur Etanol.....	I-2
Gambar I.2 Struktur Etil Asetat .....	I-5
Gambar I.5 Impor Etil Asetat di Indonesia Tahun 2014-2018 .....	I-9
Gambar I.6 Ekspor Etil Asetat di Indonesia Tahun 2014-2018.....	I-10
Gambar I.7 Data Konsumsi Tinta Cetak Tahun 2014-2018 .....	I-12
Gambar II.1 Proses Pembuatan Etil Asetat Dengan Esterifikasi Fischer .....	II-2
Gambar II.2 Proses Pembuatan Etil Asetat Dengan Dehidrogenasi Konfigurasi I...II-3	
Gambar II.3 Proses Pembuatan Etil Asetat Dengan Dehidrogenasi Konfigurasi II ..II-4	
Gambar VI.1 Lokasi Pabrik Etil Asetat PT. Nusa Indo Kimia.....	VI-1
Gambar VI.2 Tata Letak Pabrik.....	VI-4
Gambar VI.3 Tata letak alat dalam Area Proses.....	VI-6
Gambar VII.1 Blok Diagram Proses Pengolahan Air PDAM .....	VII-2
Gambar VII.2 Flowsheet Unit Pengolahan Air.....	VII-3
Gambar VII.3 Skema Proses Refrijerasi .....	VII-25
Gambar VII.4 Skema Aliran Pompa A .....	VII-28
Gambar VII.5 Skema Aliran Pompa B .....	VII-32
Gambar VII.6 Skema Aliran Pompa C .....	VII-38
Gambar VII.7 Skema Aliran Pompa D.....	VII-42
Gambar VIII.1 Desain Logo Pabrik Etil Asetat.....	VIII-1
Gambar VIII.2 Desain kemasan botol kaca coklat 2,5 liter.....	VIII-3
Gambar VIII.3 Desain kemasan etil asetat tampak depan dan tampak belakang VIII-4	
Gambar VIII.4 Safety Information .....	VIII-4
Gambar XI.1 Grafik BEP.....	XI-13
Gambar A.1 Reaktor (R-110).....	A-2
Gambar A.2 Kondensor (E-113).....	A-5
Gambar A.3 Separator Drum (H-114) .....	A-9
Gambar A.4 Tangki Molecular Sieve (D-115) .....	A-10
Gambar A.5 Menara Distilasi (D-210) .....	A-12
Gambar C.1 Dimensi Drum Etil Asetat .....	C-209
Gambar C.2 Dimensi Palet dan Susunan Drum dalam Palet Tampak Atas.....	C-210
Gambar C.3 Dimensi Rak dan Susunan Palet Tampak Depan .....	C-211
Gambar C.4 Dimensi Rak dan Susunan Palet Tampak Atas .....	C-211
Gambar C.5 Dimensi dan Penataan Rak Baris Pertama sampai Enam.....	C-212
Gambar C.6 Dimensi Botol Etil Asetat.....	C-214
Gambar C.7 Dimensi Palet dan Susunan Botol dalam Palet Tampak Atas .....	C-215
Gambar C.8 Dimensi Rak dan Susunan Palet Tampak Depan .....	C-216
Gambar C.9 Dimensi Rak dan Susunan Palet Tampak Atas .....	C-216
Gambar C.10 Dimensi dan Penataan Rak Baris Pertama sampai Delapan.....	C-217
Gambar D.1 Grafik Chemical Engineering Plant Cost Index.....	D-2

## DAFTAR TABEL

Tabel I.1 Sifat Fisik dan Kimia Etanol .....	I-3
Tabel I.2 Sifat Fisik dan Kimia ZnO .....	I-4
Tabel I.3 Sifat Fisik dan Kimia Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	I-4
Tabel I.4 Sifat Fisik dan Kimia CuO .....	I-4
Tabel I.5 Sifat Fisik dan Kimia Etil Asetat.....	I-5
Tabel I.6 Sifat Fisik dan Kimia n-butanol .....	I-6
Tabel I.7 Sifat Fisik dan Kimia 2-butanol .....	I-7
Tabel I.8 Impor Etil Asetat di Indonesia Tahun 2014-2018 .....	I-8
Tabel I.9 Ekspor Etil Asetat di Indonesia Tahun 2014-2018 .....	I-9
Tabel I.10 Data Konsumsi Tinta Cetak Tahun 2014-2018 .....	I-11
Tabel I.11 Perkiraan Konsumsi Tinta Cetak Pada Tahun 2019-2022.....	I-13
Tabel I.12 Perkiraan Kebutuhan Etil Asetat Pada Tahun 2019-2022 .....	I-13
Tabel II.1 Dasar-dasar Pertimbangan Pemilihan Proses Pembuatan Etil Asetat.....	II-5
Tabel III.1 Neraca Massa Reaktor (R-110) .....	III-1
Tabel III.2 Neraca Massa Kondenser (E-113) .....	III-1
Tabel III.3 Neraca Massa Separator Drum (H-114) .....	III-2
Tabel III.4 Neraca Massa Tangki Molecular Sieve (D-115) .....	III-2
Tabel III.5 Neraca Massa Menara Distilasi (D-210) .....	III-3
Tabel IV.1 Neraca Panas Vaporizer (V-112).....	IV-1
Tabel IV.2 Neraca Panas Reaktor (R-110) .....	IV-1
Tabel IV.3 Neraca Panas Kondenser (E-113).....	IV-1
Tabel IV.4 Neraca Panas Separator Drum (H-114).....	IV-2
Tabel IV.5 Neraca Panas Tangki Molecular Sieve (D-115).....	IV-2
Tabel IV.6 Neraca Panas Menara Distilasi (D-210) .....	IV-3
Tabel IV.7 Neraca Panas Cooler I (E-214).....	IV-3
Tabel IV.8 Neraca Panas Cooler II (E-218) .....	IV-3
Tabel V.1 Spesifikasi Alat Tangki Penyimpanan Etanol (F-111) .....	V-1
Tabel V.2 Spesifikasi Alat Vaporizer (V-112) .....	V-2
Tabel V.3 Spesifikasi Alat Reaktor (R-110).....	V-3
Tabel V.4 Spesifikasi Alat Kondenser (E-113) .....	V-4
Tabel V.5 Spesifikasi Alat Separator Drum (H-114) .....	V-5
Tabel V.6 Spesifikasi Alat Tangki Molekular (D-115) .....	V-6
Tabel V.7 Spesifikasi Alat Pompa I (L-116) .....	V-7
Tabel V.8 Spesifikasi Alat Menara Distilasi (D-210).....	V-8
Tabel V.9 Spesifikasi Alat Kondenser Menara Distilasi (E-211).....	V-9
Tabel V.10 Spesifikasi Alat Tangki Akumulator (F-212) .....	V-10
Tabel V.11 Spesifikasi Alat Pompa II (L-213).....	V-11
Tabel V.12 Spesifikasi Alat Cooler I (E-214) .....	V-12
Tabel V.13 Spesifikasi Alat Tangki Penyimpanan Produk Etil Asetat (F-215) ....	V-13
Tabel V.14 Spesifikasi Alat Reboiler Menara Distilasi (E-216) .....	V-14
Tabel V.15 Spesifikasi Alat Pompa III (L-217) .....	V-15
Tabel V.16 Spesifikasi Alat Cooler II (E-218) .....	V-16
Tabel V.17 Spesifikasi Alat Tangki Penyimpanan Etil Asetat 84% (F-219) .....	V-17
Tabel VI.1 Keterangan Tata Letak Pabrik .....	VI-5
Tabel VI.2 Keterangan dari Gambar VI.3 .....	VI-7

Tabel VII.1 Kode dan Nama Alat dari Unit Pengolahan Air.....	VII-3
Tabel VII.2 Kebutuhan air sanitasi .....	VII-4
Tabel VII.3 Total kebutuhan air pendingin .....	VII-5
Tabel VII.4 Kebutuhan Total Saturated steam 100°C .....	VII-6
Tabel VII.5 Kriteria Air umpan Boiler .....	VII-7
Tabel VII.6 Kebutuhan Total Superheated steam 240°C.....	VII-9
Tabel VII.7 Daftar Daya Peralatan Area Proses Produksi.....	VII-46
Tabel VII.8 Daftar Peralatan Area Utilitas .....	VII-46
Tabel VII.9 Daftar Total Lumen Semua Ruangan atau Tempat.....	VII-48
Tabel VII.10 Jumlah Lampu yang dibutuhkan .....	VII-49
Tabel X.1 Perincian Jumlah Karyawan .....	X-1
Tabel XI.1 Penentuan Total Capital Investment (TCI).....	XI-2
Tabel XI.2 Penentuan Total Production Cost (TPC) .....	XI-3
Tabel XI.3 Adapun keterangan kolom cash flow sebagai berikut .....	XI-4
Tabel XI.4 Discounted Cash Flow dengan Harga Jual Sebenarnya .....	XI-6
Tabel XI.5 ROR Sebelum Pajak .....	XI-8
Tabel XI.6 ROR Setelah Pajak .....	XI-9
Tabel XI.7 ROE Sebelum Pajak .....	XI-10
Tabel XI.8 ROE Setelah Pajak.....	XI-10
Tabel XI.9 POT Sebelum Pajak.....	XI-11
Tabel XI.10 POT Setelah Pajak .....	XI-12
Tabel XI.11 Hubungan Persentase Kenaikan Harga Bahan Baku terhadap ROR, ROE, POT, dan BEP.....	XI-14
Tabel A.1. Spesifikasi Produk Etil Asetat 99% .....	A-1
Tabel A.2. Spesifikasi Bahan Baku Etanol 99,021% .....	A-1
Tabel A.3. Berat Molekul Tiap Komponen .....	A-4
Tabel A.4. Jumlah Mol Yang Terbentuk di Reaktor (R-110).....	A-4
Tabel A.5. Jumlah Massa Yang Terbentuk di Reaktor (R-110) .....	A-5
Tabel A.6. Neraca Massa Reaktor (R-110).....	A-5
Tabel A.7. Fraksi Massa Produk Gas dan Cair .....	A-6
Tabel A.8. Neraca Massa Kondensor (E-113).....	A-8
Tabel A.9. Neraca Massa Separator Drum (H-114) .....	A-10
Tabel A.10. Neraca Massa Tangki Molecular Sieve (D-115) .....	A-11
Tabel A.11. Fraksi massa menara distilasi (D-210).....	A-12
Tabel A.12. Konstanta Persamaan Antoine untuk Komponen Produk Atas .....	A-14
Tabel A.13. Perhitungan Tdew Produk Atas Distilasi.....	A-16
Tabel A.14. Konstanta Persamaan Antoine untuk Komponen Produk Dasar .....	A-18
Tabel A.15. Perhitungan Trial Suhu Bubble pada Produk Dasar .....	A-19
Tabel A.16. Neraca Massa Menara Distilasi (D-210) .....	A-20
Tabel B.1. Data untuk Menghitung Kapasitas Panas Fase Cair .....	B-1
Tabel B.2. Data untuk Menghitung Kapasitas Panas Fase Gas .....	B-2
Tabel B.3. Panas Feed Masuk Vaporizer (V-112).....	B-3
Tabel B.4. Panas Produk Vaporizer (V-112).....	B-4
Tabel B.5. Data untuk Menghitung Entalpi Penguapan .....	B-5
Tabel B.6. Panas Penguapan dalam vaporizer (V-112).....	B-5
Tabel B.7. Neraca Panas Vaporizer (V-112) .....	B-6
Tabel B.8. Komposisi Fluida Masuk Reaktor.....	B-7
Tabel B.9. Panas Feed Masuk Reaktor (R-110) .....	B-8

Tabel B.10. Panas Produk Keluar Reaktor (R-110).....	B-9
Tabel B.11. Data $\Delta H_f$ pada Suhu 25°C .....	B-10
Tabel B.12. Panas Reaksi pada Suhu 25°C.....	B-10
Tabel B.13.. Neraca Panas Reaktor (R-110).....	B-12
Tabel B.14. Data untuk Menghitung Tekanan Uap Jenuh.....	B-13
Tabel B.15. Data Massa Vapor dalam Kondensor.....	B-15
Tabel B.16. Perhitungan untuk Trial Titik Embun Kondensor.....	B-16
Tabel B.17. Panas Feed Kondensor (E-113).....	B-17
Tabel B.18. Data untuk Menghitung Entalpi Penguapan .....	B-18
Tabel B.19. Panas Pengembunan dalam Kondensor (E-113).....	B-18
Tabel B.20. Panas Produk Keluar Kondensor (E-113).....	B-20
Tabel B.21. Neraca Panas Kondensor (E-113) .....	B-21
Tabel B.22. Konduktivitas Termal Steel Alloy SS-316 pada 2 Suhu Berbeda .....	B-24
Tabel B.23. $(g.\beta.p.p)/(\mu.\mu)$ dan NPr pada Suhu Berbeda.....	B-25
Tabel B.24.. Komposisi Feed Masuk Separator Drum .....	B-27
Tabel B.25. Panas Feed Masuk Separator Drum (H-114) .....	B-29
Tabel B.26. Komposisi Produk Keluar Separator Drum (H-114) Menuju Tangki Molecular Sieve (D-115) .....	B-29
Tabel B.27. Komposisi Produk Keluar Separator Drum (H-114) Menuju Flare....	B-30
Tabel B.28. Panas Feed keluar drum separator menuju ke Tangki Molecular Sieve (D-115).....	B-31
Tabel B.29. Panas Feed keluar drum separator menuju ke flare .....	B-32
Tabel B.30. Neraca Panas Separator Drum (H-114) .....	B-33
Tabel B.31. Panas Masuk Menara Distilasi (D-210) .....	B-34
Tabel B.32. Data Massa Vapor dalam Kondensor.....	B-36
Tabel B.33. Perhitungan untuk Trial Titik Didih Umpan Masuk Kondensor Menara Distilasi .....	B-37
Tabel B.34. Panas Hasil Puncak Keluar Menara Distilasi (D-210).....	B-38
Tabel B.35. Panas Hasil Dasar Keluar Menara Distilasi (D-210) .....	B-38
Tabel B.36. Komposisi Feed Masuk Menara Distilasi (D-210) .....	B-40
Tabel B.37. Perhitungan untuk Trial Titik Embun Menara Distilasi (D-210).....	B-41
Tabel B.38. Data Massa Feed Dalam Menara Distilasi (D-210) .....	B-43
Tabel B.39. Perhitungan untuk Trial Titik Embun Menara Distilasi (D-210).....	B-44
Tabel B.40. Data untuk Menghitung Entalpi Penguapan (D-210) .....	B-45
Tabel B.41. Entalpi Penguapan Feed Menara Distilasi (D-210) .....	B-45
Tabel B.42. Kapasitas Panas Feed Masuk Menara Distilasi (D-210).....	B-46
Tabel B.43. $\alpha$ Komponen Feed Masuk Menara Distilasi pada Suhu Rata-rata 352,3470 K.....	B-47
Tabel B.44. Nilai L dan V untuk Komponen pada Kondensor Menara Distilasi ...	B-49
Tabel B.45. Entalpi Komponen V Masuk Kondensor Menara Distilasi .....	B-50
Tabel B.46. Panas Pengembunan pada Kondensor Menara Distilasi .....	B-51
Tabel B.47. Entalpi Komponen L dan D Keluar Kondensor Menara Distilasi .....	B-52
Tabel B.48. Neraca Panas Menara Distilasi (D-210).....	B-53
Tabel B.49. Panas Feed Masuk Cooler 1 (E-214) .....	B-55
Tabel B.50. Panas Keluar Cooler 1 (E-214) .....	B-56
Tabel B.51. Neraca Panas Cooler I (E-214) .....	B-56
Tabel B.52. Panas Feed Masuk Cooler 2 (E-218) .....	B-58
Tabel B.53. Panas Keluar Cooler 2 (E-218) .....	B-59

Tabel B.54. Neraca Panas Cooler 2 (E-218).....	B-60
Tabel C.1. Data untuk Menghitung Densitas Komponen Bahan.....	C-1
Tabel C.2. Komposisi Feed Etanol .....	C-2
Tabel C.3. Rangkuman hasil perhitungan dimensi tangki etanol .....	C-7
Tabel C.4. Komposisi Bahan Masuk Vaporizer (V-110) .....	C-9
Tabel C.5. Data konstanta $\Delta H_f$ untuk masing-masing komponen yang berperan dalam reaksi. ....	C-17
Tabel C.6. Data konstanta $C_p$ untuk komponen-komponen.....	C-18
Tabel C.7. Tabel Perhitungan $\int [C_p dT]$ dalam reaktor .....	C-20
Tabel C.8. Tabel Komposisi Mol Reaktan Masuk Dan Produk Keluar Reaktor....	C-21
Tabel C.9. Hasil Mol Setiap Konversi (mol/menit).....	C-25
Tabel C.10. Hasil P Setiap Konversi (atm).....	C-25
Tabel C.11. Hasil k Setiap Konversi (cm <sup>3</sup> /menit).....	C-26
Tabel C.12. Perhitungan Berat Katalis .....	C-27
Tabel C.13. Physical Properties dari Udara pada 1 atm .....	C-33
Tabel C.14. Komposisi Massa dan Mol Fluida Panas Masuk Kondensor.....	C-35
Tabel C.15. Data untuk Menghitung Konduktivitas Komponen Fase Gas .....	C-42
Tabel C.16. Hasil Perhitungan Konduktivitas Termal.....	C-42
Tabel C.17. Data untuk Menghitung Konduktivitas Termal Air dan Hidrogen .....	C-43
Tabel C.18. Data untuk Menghitung Viskositas Komponen .....	C-44
Tabel C.19 Viskositas Komponen .....	C-45
Tabel C.20. Viskositas Air pada Berbagai Suhu .....	C-46
Tabel C.21. Konduktivitas Air pada Berbagai Suhu .....	C-46
Tabel C.22. Kapasitas Panas Air pada Berbagai Suhu .....	C-47
Tabel C.23. Data untuk Menghitung Viskositas Komponen .....	C-50
Tabel C.24. Viskositas Komponen .....	C-51
Tabel C.25. Densitas dan Specific Gravity Fluida Panas .....	C-53
Tabel C.26. Data untuk Menghitung Densitas komponen.....	C-55
Tabel C.27. Massa dan Mol Komponen dalam Separator Drum.....	C-56
Tabel C.28. Massa dan mol komponen cair.....	C-58
Tabel C.29. Komposisi Komponen Masuk dan Keluar Tangki Molecular Sieve...C-65	
Tabel C.30. Data untuk Menghitung Viskositas Fase Cair.....	C-68
Tabel C.31. Komposisi Komponen Masuk Tangki Molekular Sieve.....	C-69
Tabel C.32. Data untuk Menghitung Densitas komponen.....	C-70
Tabel C.33. Data untuk Menghitung Kapasitas Panas Air .....	C-71
Tabel C.34. Komposisi Aliran Massa Keluar Tangki Molecular ke Menara Distilasi .....	C-78
Tabel C.35. Data untuk Menghitung Viskositas Fase Cair.....	C-80
Tabel C.36. Fraksi Mol Komponen Hasil Puncak dan Hasil Dasar .....	C-88
Tabel C.37. Data untuk Menghitung Viskositas Fase Cair.....	C-90
Tabel C.38. Viskositas Air pada Berbagai Suhu .....	C-90
Tabel C.39. Komposisi Feed Menara Distilasi .....	C-91
Tabel C.40. Komposisi L dan V Menara Distilasi.....	C-94
Tabel C.41. Komposisi $\bar{L}$ dan $\bar{V}$ Menara Distilasi .....	C-95
Tabel C.42. Massa V dan L pada Tiap Posisi Enriching dan Stripping .....	C-96
Tabel C.43. Data untuk Menghitung Densitas.....	C-97
Tabel C.44. Densitas Komponen Cairan .....	C-97
Tabel C.45. Data untuk Menghitung Tegangan Permukaan.....	C-100



Tabel C.46. Tegangan Permukaan Cairan dalam Menara Distilasi.....	C-100
Tabel C.47. Komposisi Massa dan Mol Fluida Panas Masuk Kondensor.....	C-114
Tabel C.48. Data untuk Menghitung Konduktivitas Komponen Fase Gas .....	C-122
Tabel C.49. Hasil Perhitungan Konduktivitas Termal.....	C-122
Tabel C.50. Data untuk Menghitung Konduktivitas Termal Air .....	C-123
Tabel C.51. Data untuk Menghitung Viskositas Komponen .....	C-124
Tabel C.52. Viskositas Komponen .....	C-124
Tabel C.53. Viskositas Air pada Berbagai Suhu .....	C-125
Tabel C.54. Konduktivitas Air pada Berbagai Suhu .....	C-126
Tabel C.55. Data untuk Menghitung Kapasitas Panas Fase Cair .....	C-126
Tabel C.56. Data untuk Menghitung Viskositas Komponen .....	C-130
Tabel C.57. Viskositas Komponen .....	C-131
Tabel C.58. Densitas dan Specific Gravity Fluida Panas .....	C-132
Tabel C.59. Komposisi Kondensat dari Kondenser Menara Distilasi .....	C-135
Tabel C.60. Data untuk Menghitung Densitas.....	C-135
Tabel C.61. Komposisi Aliran Massa Kondensat, L, dan D.....	C-142
Tabel C.62. Data untuk Menghitung Viskositas Fase Cair.....	C-144
Tabel C.63. Komposisi Fluida Panas dalam Cooler I.....	C-153
Tabel C.64. Komposisi Hasil Puncak Menara Distilasi.....	C-163
Tabel C.65. Data untuk Menghitung Densitas Komponen .....	C-163
Tabel C.66. Komposisi hasil atas distilasi dalam produksi etil asetat .....	C-164
Tabel C.67. Rangkuman hasil perhitungan dimensi tangki etanol .....	C-169
Tabel C.68. Komposisi Fluida Dingin Masuk Reboiler Menara Distilasi .....	C-171
Tabel C.69. Komposisi Aliran Massa Keluar Reboiler Menara Distilasi .....	C-180
Tabel C.70. Data untuk Menghitung Viskositas Fase Cair.....	C-182
Tabel C.71. Komposisi Fluida Panas dalam Cooler II.....	C-189
Tabel C.72. Komposisi Hasil Dasar Menara Distilasi .....	C-200
Tabel C.73 Data untuk Menghitung Densitas .....	C-200
Tabel C.74 Komposisi Hasil Bawah Menara Distilasi dalam Produksi Etil Asetat...C-201	
Tabel C.75 Rangkuman hasil perhitungan dimensi tangki etanol.....	C-206
Tabel D.1 Chemical Engineering Plant Cost Index .....	D-1
Tabel D.2 Annual Cost Index pada tahun 2020-2022.....	D-2
Tabel D.3 Harga Alat Proses.....	D-3
Tabel D.4 Harga Tangki Penampung.....	D-3
Tabel D.5 Harga Alat Utilitas .....	D-4
Tabel D.6 Harga Peralatan Penunjang .....	D-4
Tabel D.7 Biaya Listrik untuk Penerangan .....	D-6
Tabel D.8 Biaya Listrik untuk Alat Elektronik Lainnya.....	D-6
Tabel D.9 Biaya Listrik Alat Proses .....	D-6
Tabel D.10 Biaya Listrik Alat Utilitas .....	D-7
Tabel D.11 Rincian Gaji Karyawan .....	D-10
Tabel D.12 Harga Bangunan .....	D-11

## INTISARI

Etil Asetat adalah salah satu jenis pelarut (*solvent*) yang memiliki banyak kegunaan dan dibutuhkan oleh berbagai jenis industri. Etil asetat biasanya digunakan pada industri tinta cetak, cat dan tiner, lem, polimer cair dalam industri kertas, serta industri lainnya seperti industri farmasi. Etil asetat juga dapat digunakan sebagai pengaroma buah untuk es krim, kue, kopi, teh atau juga untuk parfum. Saat ini di Indonesia industri-industri di Indonesia sangat berkembang pesat karena kebutuhan hidup masyarakat yang semakin meningkat juga. Bertambah banyaknya industri kimia di Indonesia, terutama industri cat, tinta, kosmetik dan parfum, juga meningkatkan kebutuhan etil asetat di Indonesia.

Setiap tahunnya permintaan akan etil asetat semakin bertambah sehingga jumlah impor untuk etil asetat pun semakin meningkat. Di Indonesia hanya terdapat 1 perusahaan yang memproduksi etil asetat yaitu PT. Indo Acidatama Tbk dengan kapasitas 7.500 ton/tahun, karena pada akhir tahun 2014 PT. Showa Esterindo ditutup sebab persaingan industri yang sangat kuat. Dengan ditutupnya salah satu perusahaan etil asetat, kebutuhan etil asetat di Indonesia belum dapat dipenuhi. Sehingga penting sekali adanya perencanaan pendirian pabrik etil asetat baru di Indonesia, untuk memenuhi kebutuhan etil asetat di Indonesia serta diharapkan juga dapat menjadi komoditi ekspor ke negara lain.

Dibandingkan dengan proses esterifikasi fischer (asam asetat + etanol) maka pada pembuatan etil asetat saat ini digunakan proses dehidrogenasi etanol. Pada proses ini bahan baku yang digunakan hanya etanol saja, sehingga proses menjadi lebih efisien, tidak perlu memisahkan katalis, biaya yang dikeluarkan juga lebih terjangkau dan produk yang dihasilkan memiliki konversi yang dapat mencapai maksimum.

Pada pabrik ini terdapat beberapa proses utama seperti reaksi dehidrogenasi etanol, dan pemurnian produk etil asetat melalui beberapa tahapan seperti pengurangan kadar air menggunakan proses adsorpsi dan distilasi, yang mana pada distilasi didapatkan produk etil asetat dengan kemurnian tinggi (99%) dan kemurnian rendah (84%).

Prarencana pabrik etil asetat dari proses dehidrogenasi etanol ini memiliki rincian:

Bentuk Perusahaan	: Perseroan Terbatas (PT)
Status Perusahaan	: Swasta
Produksi	: Etil Asetat
Kapasitas produksi	: 30.000 ton/tahun
Hari Kerja Efektif	: 330 hari/tahun
Sistem Operasi	: Kontinyu
Masa Konstruksi	: 2 tahun
Waktu mulai beroperasi	: Tahun 2022
Bahan baku	: Etanol

Utilitas :

Air :

- Air Sanitasi : 4,8 m<sup>3</sup>/hari
- Air Pendingin : 31,9462 m<sup>3</sup>/jam
- Air Umpan Boiler I : 1,4374 m<sup>3</sup>/jam
- Air Umpan Boiler II : 1,7625 m<sup>3</sup>/jam

Listrik : 570,671 kW

Jumlah Tenaga Kerja : 74 orang

Lokasi Pabrik : Pasuruan Industrial Estate Rembang (PIER). PT, Jl. Raya Raci - Bangil

No.67153, Panumbuan, Pandean, Kec. Rembang, Pasuruan, Jawa Timur.

Luas Pabrik : 159.250 m<sup>2</sup>

\* Analisa ekonomi dengan metode *Discounted Flow* pada harga jual yang wajar:

- ROR sebelum pajak sebesar 34,12%
- ROR sesudah pajak sebesar 24,35%
- ROE sebelum pajak sebesar 45,84%
- ROE sesudah pajak sebesar 34,81%
- POT sebelum pajak selama 3 tahun 11 bulan 8 hari
- POT sesudah pajak selama 4 tahun 4 bulan 10 hari
- BEP sebesar 48,50%